

Optimasi Produksi Lapangan “X” dengan Menggunakan Simulasi Reservoir

Muhammad Bima Furqan, Onnie Ridaliani, Bambang kustono

Abstrak

Penelitian ini meneliti tentang bagaimana cara mengoptimasikan produksi minyak pada lapangan “X” yang sudah berhenti produksi dengan cara menambahkan beberapa sumur yang dibuat scenario-skenario dan dipilih scenario terbaik dari scenario-skenario yang sudah dibuat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan salah satu software simulasi reservoir dengan model Black Oil.

Pendahuluan

Simulasi reservoir merupakan software hasil dari perkembangan teknologi industri perminyakan yang terus berkembang. Dengan menggunakan software simulasi reservoir tersebut, kita bisa memprediksi masa depan dari suatu reservoir.

Menggunakan simulasi reservoir merupakan media yang sangat baik dalam hal peramalan produksi dan dengan itu memberikan solusi pada masalah-masalah yang sulit dipecahkan oleh metode lain dalam hal keakuratan karena simulasi reservoir adalah teknologi yang sangat mutakhir.

Pada pengerjaan tugas akhir ini, lapangan yang akan dilakukan optimasi adalah lapangan “X” dengan menggunakan salah satu software simulasi reservoir. Perencanaan optimasi ini dilakukan dengan membuat beberapa skenario untuk membandingkan kondisi lapangan dimasa yang akan datang.

Penulis berharap hasil dari beberapa skenario yang dibuat dapat memberikan prediksi dan perbandingan antar skenario sehingga dapat ditentukan kesimpulan mengenai penerapan skenario yang paling optimal untuk diproduksi.

Tujuan penulisan dari studi simulasi reservoir ini adalah :

1. Memprediksikan kumulatif produksi minyak lapangan “X” berdasarkan skenario yang dibuat
2. Menentukan nilai *recovery factor* (RF) berdasarkan skenario yang dibuat
3. Menentukan skenario yang paling optimal

Studi Pustaka

Simulasi Reservoir

Simulasi reservoir merupakan teknik memodelkan suatu reservoir ke dalam model fisik atau model matematik secara numerik dengan menggunakan komputer, dan merupakan salah satu teknik terdepan saat ini bagi para reservoir engineer. Dibandingkan dengan cara perhitungan reservoir lainnya, simulasi membutuhkan data dalam jumlah yang cukup besar.

Tujuan Simulasi Reservoir

Simulasi reservoir bertujuan untuk memprediksi kinerja reservoir di masa yang akan datang bila diproduksi menurut berbagai macam skenario produksi. Sehingga diharapkan dapat dipilih cara yang paling efisien dan optimal untuk pengurasan reservoir dan melalui simulasi juga dapat dilihat pergerakan reservoir.

Simulasi reservoir dapat digunakan untuk mempelajari suatu reservoir yang mempunyai satu sumur, sekelompok sumur atau beberapa sumur yang berinteraksi sebagai satu kesatuan. Selain itu simulasi juga dapat digunakan untuk mempelajari cara pengurasan terbaik untuk mendapatkan perolehan maksimum dari suatu reservoir dengan

biaya yang seekonomis mungkin.

Pemilihan model simulasi reservoir didasarkan pada kebutuhan atau hasil yang diinginkan sebagai suatu keluaran/output, karena dengan penggunaan simulasi yang tepat akan menjadikan simulasi yang dilakukan efektif dan efisien.

Secara umum simulasi reservoir digunakan sebagai acuan dalam perencanaan manajemen reservoir, antara lain sebagai berikut:

1. Memperkirakan kinerja reservoir pada berbagai tahapan dan metode produksi yang akan diterapkan.
 - Primary Recovery
 - Pressure Maintenance
 - Secondary Recovery
 - Enhanced Oil Recovery
2. Mempelajari pengaruh laju alir terhadap perolehan minyak dengan menentukan laju alir maksimum.
3. Menentukan jumlah dan lokasi sumur untuk mendapatkan perolehan minyak yang optimum.
4. Menentukan pola sumur injeksi dan produksi untuk mengoptimalkan penyapuan.
5. Memperhitungkan adanya indikasi coning dalam menentukan interval kompleksi yang optimum serta pemilihan jenis sumur, vertikal ataupun horizontal
6. Menganalisa akuifer dan pergerakan air pada proses pendorongan.

Pada dasarnya model untuk reservoir yang sedang dipelajari akan digambarkan dalam *reservoirgrid* atau sebagai sel-sel (*grid block*). Setiap sel-sel (*grid block*) mewakili sifat fisik dan karakteristik reservoir sehingga akan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Simulasi reservoir model terdiri dari tiga jenis, yaitu:

1. Black Oil Simulation

Jenis ini digunakan untuk kondisi isothermal, aliran simultan dari minyak, gas dan air yang berhubungan dengan viskositas, gaya gravitasi dan gaya kapiler. Black oil disini digunakan untuk menunjukkan bahwa jenis cairan homogen, tidak ditinjau komposisi kimianya.

2. Compositional Simulation

Merupakan simulasi yang memperhitungkan komponen penyusun hidrokarbon dan perubahan fasa tiap-tiap komponennya. Simulasi jenis ini banyak digunakan untuk studi perilaku reservoir yang berisi volatile-oil dan gas condensate.

3. Thermal Simulation

Merupakan simulasi yang digunakan untuk studi aliran fluida, perpindahan panas maupun reaksi kimia. Simulasi ini banyak digunakan pada studi EOR antara lain thermal, insitu combustion, dan lain sebagainya.

Input Data

Pemasukan data ke simulator bias dilakukan dengan tiga cara:

1. Typing, yaitu dengan mengetikkan data yang ada ke kolom isian yang sudah tersedia.

2. Digitizing, yaitu proses perekaman koordinat x dan y dari peta geologi yang sudah ada sebanyak mungkin dengan interval sekecil mungkin agar dapat membentuk garis batas peta yang baik. Langkah yang dilakukannya adalah :
 - Menempel peta pada suatu kertas besar
 - Memplot koordinat garis masing-masing peta (top struktur, isoporositas, isopermeabilitas, ketebalan vertikal)
 - Memplot koordinat sumur yang menembus lapisan batuan yang sama.
 - Menyimpan dan menyimpan data tersebut ke file digitasi.
3. Importing, yaitu memasukkan data dalam bentuk file yang sudah diatur dari program lain, sehingga akan mempermudah dalam usaha memasukkan data. Pemasukan data yang sangat banyak dapat diolah dengan program lain sesuai dengan format masukan data pada simulator, dan setelah selesai dapat diambil sekaligus tanpa mengisi satu persatu.

Validasi Data

Validasi data dilakukan untuk mendapatkan data yang sesuai. Secara garis besar, proses validasi data dapat dikelompokkan menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Inisialisasi Data

Merupakan tahapan dalam pekerjaan simulasi reservoir untuk mendapatkan kondisi reservoir pada saat masih *original* (belum ada gangguan, misalnya belum ada produksi). Pada tahap ini biasanya membandingkan volume hidrokarbon awal di tempat dari model yang kita buat dengan hasil perhitungan volumetrik.

Hasil keluaran dari inisialisasi ini berupa volume mula – mula reservoir, OOIP, GIIP, WIP, dan rata – rata tekanan awal reservoir. Hasil inisialisasi ini dibandingkan dengan hasil perhitungan cadangan secara konvensional dengan tujuan untuk mengetahui kebenaran proses inisialisasi.

Perhitungan cadangan dengan konvensional yang dimaksud adalah menggunakan persamaan material balance maupun menggunakan volumetrik pada keadaan reservoir awal.

2. History Matching

Merupakan proses memodifikasi parameter-parameter yang digunakan dalam pembuatan model, agar tercipta kesesuaian antara model dengan kondisi nyata, yang didasarkan pada data-data terukur selama periode waktu tertentu.

Tahap penyelarasan atau *history matching* ini sangat menentukan dalam melakukan simulasi reservoir. Tahap ini dilakukan untuk menguji validitas model yang dibuat, apakah sudah merepresentasikan kondisi reservoir yang sesungguhnya.

Model simulasi yang dibuat dikatakan cukup merepresentasikan kondisi reservoir (*match*) jika tercipta keselarasan antara model dengan kondisi reservoir sesungguhnya.

Peramalan Skenario Produksi

Prediksi atau peramalan dilakukan setelah tahap *history matching*. Dasar parameter yang digunakan dalam input data adalah nilai yang sudah ditentukan dan simulasi di-*run* untuk menentukan perilaku reservoir dengan kondisi yang sudah ditentukan. Penentuan perilaku reservoir ini sangat sensitif terhadap harga parameter yang digunakan berdasarkan pada pengembangan lapangan.

Tahap prediksi ini bertujuan untuk mengetahui perilaku reservoir yang disimulasikan pada masa yang akan datang berdasarkan kondisi yang diharapkan. Keakuratan dalam meramalkan ini tergantung pada hasil penyelarasan yang dilakukan, karena dalam penyelarasan dipengaruhi oleh banyaknya besaran produksi dan cara modifikasi besaran fisik batuan dan fluida reservoir.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan simulasi reservoir, tahap-tahap dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan data – data yang digunakan
2. Melakukan Inisialisasi
3. Melakukan History Matching
4. Perencanaan skenario
5. Melakukan simulasi dari skenario yang dibuat
6. Analisa hasil simulasi
7. Menentukan kesimpulan dari analisa yang dilakukan

Hasil dan Pembahasan

Setelah proses gridding atau pemodelan reservoir selesai, kemudian dilanjutkan dengan tahap inisialisasi yang merupakan tahapan penyelarasan OOIP hasil simulator dengan hasil volumetrik yang sebenarnya. Hasil OOIP pada tahap inisialisasi yang didapatkan dari simulasi adalah sebesar 2.4217 MMSTB dan hasil perhitungan dengan menggunakan volumetrik sebesar 2.42 MMSTB, sehingga diperoleh perbedaan antara hasil simulasi reservoir dengan jumlah minyak awal menggunakan perhitungan volumetrik sebesar 0.07 %.

Tahap berikutnya setelah tahap inisialisasi adalah tahap *history matching* yaitu penyelarasan sejarah produksi reservoir Lapangan X Zona J71-2B. Dalam proses *history matching* Zona J71-2B dilakukan beberapa *adjustment* terhadap parameter – parameter, diantaranya yaitu kurva permeabilitas relatif minyak – air (k_{row}) dan kurva permeabilitas relatif air (k_{rw}).

Penyelarasan produksi dimaksudkan untuk mendapatkan model reservoir yang representatif dengan menyamakan profil produksi hasil simulasi dengan *history data*. Model yang diperoleh diharapkan dapat mewakili kondisi reservoir yang sebenarnya. Model tersebut selanjutnya akan digunakan untuk melakukan *forecasting* produksi dengan berbagai skenario.

Prediksi skenario yang dilakukan pada reservoir Lapangan X Zona J71-2B mendapatkan 3 macam skenario dengan masing – masing perbedaan hasil kumulatif produksi minyak serta *recovery factor*. Ketiga macam skenario prediksi tersebut adalah skenario pertama (+ 1 additional well), skenario kedua (skenario pertama+ 1 additional well), skenario ketiga (skenario pertama+ 2 additional well).

Pada skenario pertama dilakukan penambahan 1 sumur baru yaitu S-1, untuk berproduksi selama 10 tahun kedepan hingga Agustus 2015. Dari hasil prediksi skenario pertama mendapatkan kumulatif produksi minyak 292.95 MSTB dan *recovery factor* 12.1 %. *Additional recovery factor* (ΔRF) sebesar 8.045%

Skenario kedua (skenario pertama+ 1 additional well) dilakukan penambahan 1 sumur produksi baru yaitu S-2, dengan mempertimbangkan permeabilitas, porositas, *total oil per unit area*, saturasi minyak dan saturasi air. Hasil prediksi skenario kedua mendapatkan kumulatif produksi minyak 388.84 MSTB dan *recovery factor* 16.1 %. *Additional recovery factor* (ΔRF) sebesar 12.008 %.

Skenario ketiga adalah skenario kedua (skenario pertama+ 1 *additional well*) ditambah dengan 1 sumur produksi baru (*additional well*) yaitu S-3, dengan mempertimbangkan kembali permeabilitas, porositas, *total oil per unit area*, saturasi minyak, dan saturasi air yang berada di sekitar reservoir. Hasil prediksi skenario ketiga mendapatkan kumulatif produksi minyak 351.93 MSTB dan *recovery factor* 14.5%. *Additional recovery factor* (ΔRF) sebesar 10.483 %.

Dari ketiga skenario prediksi yang telah dibuat, dipilih skenario yang memperoleh *recovery factor* terbesar dibandingkan skenario–skenario lainnya, maka dipilihlah skenario kedua yang menghasilkan kumulatif produksi minyak 388.84 MSTB dan *recovery factor* 16.1%.

Hasil faktor peningkatan perolehan minyak prediksi skenario yang diperoleh cukup baik, hal ini mungkin dikarenakan oleh properti reservoir yang tinggi, namun pada skenario prediksi dalam tugas akhir ini diharapkan perolehan minyaknya dapat terkuras seoptimal mungkin.

Berdasarkan kinerja reservoir yang didapat yaitu dengan menurunnya tekanan reservoir rata – rata dari tiap skenario karena semakin banyak sumur baru yang diproduksi.

Kesimpulan

1. Inisialisasi antara OOIP hasil simulasi dengan perhitungan volumetrik mendapatkan perbedaan sebesar 0.07% dengan volumetrik sebesar 2.42 MMSTB dan hasil simulasi sebesar 2.4217 MMSTB.
2. Hasil prediksi skenario pertama, kedua, ketiga, dan keempat secara berturut – turut memperoleh kumulatif produksi minyak sebesar 292.95 MSTB, 388.84 MSTB, dan 351.93 MSTB.
3. Untuk *recovery factor* skenario pertama, kedua, ketiga, dan keempat secara berturut – turut adalah 12.1%, 16.1%, 14.5%.
4. Berdasarkan ketiga skenario yang dilakukan, skenario kedua merupakan skenario yang paling optimal untuk dikembangkan, karena menghasilkan kumulatif produksi minyak paling besar, yaitu sebesar 388.84 MSTB dan *recovery factor* sebesar 16.1% dengan menambah 2 sumur produksi baru.
5. Pada skenario kedua, hasil kumulatif minyaknya lebih besar dibandingkan skenario ketiga dikarenakan terjadinya interfensi antara sumur di skenario keempat dalam hal pengurasan minyak.

Daftar Pustaka

Sumantri R. , “Buku Pelajaran Teknik Reservoir” , Universitas Trisakti, Jakarta, 1996.

Tim Laboratorium Fluida Reservoir, “Petunjuk Praktikum Analisa Minyak dan Gas Bumi”, Universitas Trisakti, Jakarta.

Irham Syamsul, Mulia Ginting, “Penuntun Praktikum Analisa Batuan Reservoir”, Universitas Trisakti, Jakarta.

Lestari., “Kimia Fisik Hidrokarbon”, Universitas Trisakti, Jakarta, 1993.

Computer Modeling Group Ltd., “User’s Guide Builder Version 2006” , 2006

Ertekin, Turgay, Abou-Kassem, Jamal and King, Gregory R. : “Basic Appalied Reservoir Simulation”, SPE Textbook Series Vol. 7 , Richardson, Texas, 2001.

Fanchi, J.R. , "Principles of Applied Reservoir Simulation", Third Edition, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 2006.

Satter, A. , Iqbal, Ghulam M, Buchwalter, James L., "Practical Enhanced Reservoir Engineering: Assisted with Simulated Software", PennWell Books, Tulsa, 2008.